

Aus der konservierenden Abteilung der Klinik und
Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten

(Direktor: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Vergleichende Untersuchungen
über den Kariesbefall an Molaren von
Osborn-Mendel-Albino-Ratten,
nach Fütterung mit Altromin, Stephanskost 500,
und Aletemil**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Axel Schunk
aus Pirmasens

Mainz 1974

Aus der konservierenden Abteilung der Klinik und
Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten

(Direktor: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DEN KARIESBEFALL AN MOLAREN VON OSBORN-MEN-
DEL-ALBINO-RATTEN,
NACH FÜTTERUNG MIT ALTROMIN, STEPHANSKOST 500,
UND ALETEMIL

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

AXEL SCHUNK

aus Pirmasens

MAINZ 1974

Fachbereichsdekan: Professor Dr. K. Fuhr

Referent: Professor Dr. Dr. W. Ketterl

Korreferent: Professor Dr. K. Fuhr



MEINEN ELTERN GEWIDMET

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
A. Theorien über die Karies- entstehung	3
B. Versuchstiere	11
C. Allgemeine Richtlinien für die Planung eines Tierversuchs	15
D. Aufbau und Durchführung des Versuchs	17
E. Bericht über die Eigenschaf- ten und die chemische Zusam- mensetzung der Versuchsnah- rungsmittel	22
F. Statistische Übersicht und Auswertung	50
G. Zusammenfassung	63
H. Literaturhinweise	64

Theorien über die Kariesentstehung

In den zivilisierten Ländern sind 99% aller Menschen von Karies befallen. Karies stellt demnach heute die am weitest verbreitete Krankheit dar.

Nach NAUJOKS, R. (1968) (17) müssen, um den Demineralisationsprozess in Gang zu bringen, mindestens folgende drei Voraussetzungen vorhanden sein:

- a) Vorhandensein von Mikroorganismen in der Mundhöhle
- b) Gehalt von Kohlehydraten in der Nahrung
- c) Kontakt der Nahrung mit der Zahnoberfläche

Bei Fehlen einer dieser drei Voraussetzungen können nach heutigen Erkenntnissen kariöse Läsionen nicht auftreten.

Folgende Versuche zeigen die grundsätzliche Wichtigkeit der Mikroorganismen für das Kariesgeschehen auf: es ist erwiesen, daß die Zähne vor dem Durchbruch in die Mundhöhle, das heißt vor ihrem Kontakt mit dem Speichel und der Mundflora, keine Karies zeigen. So wurde auch im Tierversuch dafür der Beweis erbracht: Ratten, die keimfrei aufwuchsen, bekamen trotz kariogener Kost keine Zahnläsionen. In Vivoveruche mit Bakterien führen dagegen schon zu einer Schmelzdemineralisation. Nach Gabe von Antibiotika auf bereits angegriffene Zähne konnte man eine Reduktion der Karies beobachten.

Der Begriff "Mikroflora der Mundhöhle" umfaßt sowohl die Speichelbakterien, also hauptsächlich anaerobe Streptokokken, Neisserien und Veillonellen, als auch die Mikroorganismen in den Plaques.

Die Speichelbakterien entstammen den verschiedenen Mundhöhlenarealen, wie Wangenschleimhaut, Zahnfleischtaschen und Zungenoberfläche. Sie sind an den verschiedenen Stellen in unterschiedlicher Konzentration vorhanden. In den Plaques jedoch, die unmittelbar auf den Zahnoberflächen haften, ist eine höhere Konzentration an Mikroorganismen vorhanden, als im Speichel, der quasi nur ein Transportmittel für die Bakterien darstellt.

Wie ist nun die Fähigkeit der Bakterien zu erklären, kariöse Defekte zu verursachen?

MILLER konnte an Vitro-Versuchen 1882 (13) beweisen, daß Mundbakterien fähig sind, durch Säurebildung aus den Kohlehydraten der Nahrung die Auflösung der Hydroxylapatits des Schmelzes und damit die Lockerung der Schmelzprismen hervorzurufen. In Anlehnung an KÖNIG, K.G. ist somit die Säureproduktion der Mikroorganismen für die Entstehung kariöser Läsionen verantwortlich.

Die Säurebildung ist nach NAUJOKS, R. (1968) (17) bei den Streptokokken am höchsten. Früher wurden irrtümlich die Laktobazillen als Hauptverursacher der Karies angesehen. Diese sind jedoch im Speichel nur in ganz geringer Anzahl vorhanden. Das Verhältnis zu den übrigen dort

vertretenen Bakterien beträgt nur 1 : 10 000. Laktobazillen können jedoch noch bei niedrigen pH-Werten (pH = 4) Säure bilden, während Streptokokken ihre Säurebildung bei pH = 5 und Neisserien bei pH = 6 einstellen.

Die Laktobazillen haben weiterhin den Vorteil, daß sie sich auf bereits kariösen Schmelzflächen stark vermehren. Damit schaffen Sie für eine andere Bakterienart, nämlich die Veillonellen, die Laktate als Energiequelle benötigen, günstige Nährbodenbedingungen. Nach STRALFORS, A. (1950) (23) wird eine initiale Karies jedoch niemals durch Laktobazillen allein erzeugt. Die eigentlichen kariogenen Bakterienstämme wurden an ursprünglich keimfreien Laboratoriumsratten von ORLAND et al. (1955) (18) ermittelt. Es wurden an diesen Tieren Monokontaminationen mit einzelnen Bakterienstämmen vorgenommen.

Es konnte an Hand dieser Versuche bewiesen werden, daß mikroaerophile-hämolytische Streptokokken und Enterokokken vom Streptokokken faecalis Typ kariöse Läsionen verursachen wenn sie als Keimkulturen überimpft werden. Jedoch gelang es nicht, durch Monokontaminationen mit einer Laktobazillenkeimkultur eine Karies auszulösen. Dadurch konnte bewiesen werden, daß die vergrünenden Streptokokken

hauptverantwortlich für die Zahnzerstörung sind.

Zwei Ursachen sind für die Kariogenizität bestimmter Streptokokkenstämme anzuführen:

- a) die schon erwähnte hohe Säurebildung
- b) die vermehrte Synthese von intrazellulären Polysacchariden.

Voraussetzung dafür ist eine kohlehydrathaltige Nahrung, welche durch Gärung zu Säuren abgebaut wird.

Die Entkalkung wird dadurch begünstigt, daß Streptokokken, die die Polysacchariden speichern und abbauen, den pH-Wert in den Belägen auf der Schmelzoberfläche über längere Zeit hin niedrig zu halten vermögen. Plaques von kariesanfälligen Personen beherbergen fast doppelt soviel polysaccharidspeichernde Streptokokken, als kariesresistente Personen.

Der Mechanismus der Kariesentstehung ist also in entscheidender Weise durch das Erreichen des für die Entkalkung des Schmelzes kritischen pH-Wertes durch Abbau dieser intrazellulären Polysacchariden geprägt. Heute wird neben den intrazellulären Polysacchariden den ebenfalls von Plaques-Streptokokken gebildeten extrazellulären Polysacchariden eine kariogene Bedeutung zugemessen. (NAUJOKS, R. 1968) (17,16). Diese dienen sowohl als Bindemittel während der Plaques-Bildung

als auch als Speicherform der Zucker.

Die Kariogenizität ist abhängig von ihrem Molekulargewicht. So sind hochmolekulare Stoffe wie Stärke und Glykogen praktisch nicht kariesfördernd, niedermolekulare Kohlenhydrate wie Rohrzucker und Fruktose jedoch in hohem Maße (BRAMSTEDT, F. 1965) (3). Besonders also die Mono-, Di- und Trisaccharide wirken in starkem Maße kariogen. Es bestehen auch unter den niedermolekularen Zuckern noch Unterschiede hinsichtlich ihrer Fähigkeit Karies zu erzeugen. So ist von Saccharose über Fruktose, Glukose bis zu Laktose ein Sinken der Kariogenizität zu beobachten. Dabei ist die Form der Aufnahme, ob als Bienenhonig oder Fabrikzucker für die Stärke der Kariogenizität nicht von Bedeutung.

Jedoch spielt die Zeit der Aufnahme eine Rolle. Zu Zeiten niedriger Speichelsekretion genossen, also zwischen den Mahlzeiten, wirken sie besonders schädigend (VIPEHOLM-Versuche) (GUSTAFSON, B.E. 1953) (5,6,7). Ein längerer Kontakt der kohlenhydrathaltigen Nahrung mit der Zahnoberfläche ist aber Voraussetzung für die Kariesentstehung.

An Retentionsstellen der Zähne (Grübchen, Fissuren, Interdentalräume) bleiben bei ungenügender Zahnreinigung Reste der normal aufgenommenen Nahrung hängen und bilden festhaftende Beläge. Diese sind mit der

Zeit dann durch normale Mundhygiene nicht mehr zu entfernen, da sie festhaftende Beläge bilden. Man bezeichnet diese Plaques auch als "Bakterienrasen". Sie bestehen hauptsächlich aus lebenden und abgestorbenen Bakterien in einer polysaccharid- und glyco-proteinreichen Matrix, die ein Produkt mikrobieller Vermehrung und Stoffwechselaktivität ist (RIETHE, P. 1969) (19). Diese Mikroorganismen bestehen hauptsächlich aus azidogenen und säurefesten Stäbchen. Sie sind zusammen mit den Streptokokken, Neisserien, Veillonellen und Fadenbakterien am meisten vertreten, wogegen Laktobazillen und die proteolytischen Bakterien in nur ganz geringer Anzahl vertreten sind. Im Rahmen des normalen Bakterienstoffwechsels werden auch die Kohlenhydrate unserer Nahrung, die sich neben den Bakterien in den Belägen finden, enzymatisch abgebaut. Dabei entstehen durch die Gärung die oben erwähnten Säuren, und das Eindringen der Mikroorganismen in den demineralisierten Schmelz ist möglich. Es ist nicht damit zu rechnen, daß bei der Entkalkung auch andere Säuren eine Rolle spielen, da die Plaques eine beträchtliche Dicke erreichen und den Zähnen fest und unmittelbar aufliegen. Ein weiterer kariogener Faktor kann das Milieu sein. Der pH-Wert des Speichels ist in gewissem Rahmen sehr konstant. Er bewegt sich zwischen 6,0 und 7,7 also in

unmittelbarer Nähe des Neutralpunktes. Der Speichel wird also nie so sauer, daß er den Schmelz entkalken könnte. Der ph-Wert in den Pläques jedoch kann bis zu einem Wert von 5,4 absinken und ist von der Dicke des Belages abhängig. Durch dieses angesäuerte Milieu wird schon eine schrittweise Entkalkung des Schmelzes erreicht.

Schon zu Beginn dieses Jahrhunderts erkannte WILLIAMS, J.L. (1895) (24) und BLACK, G.V. (1897, 1914) (1,2) wie wichtig die Plaquesbildung für die Kariesentstehung ist. Daraus ergeben sich in Anlehnung an KÖNIG, K.G. (1966) (8,9,10,11) folgende kariesprophylaktische Möglichkeiten:

- a) Reinigen der Zähne nach dem Essen und Kauen harter Nahrung; dadurch Hemmung der Belagbildung.
- b) Einschränkung der Zuckeraufnahme auf die Hauptmahlzeiten.

Zu den posteruptiven Einflüssen gehört neben den Bakterien und der Nahrung auch der Speichel. Bei stärkerer Spültätigkeit des Speichels verschwinden die Nahrungsreste schneller aus den Retentionsstellen, und schon entstandene Säuren werden schneller abtransportiert. Eine hohe Speichelsekretion erhöht also die Wirkung der Spültätigkeit.

Aber nicht nur die Menge, auch die Konsistenz des Speichels spielt eine Rolle. Es ist festgestellt worden, daß Personen mit einer großen Menge dünnflüssigem Speichel einen geringen Kariesbefall aufweisen.

Auch im Tierversuch konnte die Bedeutung des Speichels im Kariesgeschehen verdeutlicht werden.

Bei Experimenten von SCHWARTZ, A. und SHAW, J.H. (1955) (22), bei denen bei Ratten Speicheldrüsenextirpationen vorgenommen wurden, fand man einen gesteigerten Kariesbefall der Rattenzähne.

- c) Die Erzeugung einer großen Speichelmenge ist die dritte Möglichkeit einer Kariesprophylaxe.

Aus den bisher genannten Möglichkeiten zur Kariesverbeugung ist auch klar der Hauptangriffspunkt zu entnehmen. Wie oben erwähnt, sind besonders niedermolekulare Kohlenhydrate kariesfördernd. Der Karieszuwachs ist umso stärker, je größer die Mengen der aufgenommenen Zucker sind. Eine Reduktion der Zahnkaries kann dadurch erreicht werden, daß der Zuckeranteil der Nahrung vermindert wird, seine Zuführung in gelöster Form und vor allem nur während der Hauptmahlzeiten geschieht.

Der relativ hohe Gehalt an Kohlehydraten in Aletemil ließ den Versuch zu, in der vorliegenden Arbeit zu prüfen welche Unterschiede im Kariesbefall von Rattenzähnen bei Fütterung von Aletemil und gleichzeitiger Fütterung von anderen kohlenhydrathaltigen Nahrungsmitteln bestehen.

Über den chemischen Aufbau aller Nahrungsmittel, die bei den Versuchen gebraucht wurden, wird an späterer Stelle dieser Arbeit berichtet.

Versuchstiere

Der Gedanke, Versuchstiere für die Kariesforschung zu verwenden, tauchte schon früh auf. Es erhob sich die Frage, welche Tierart eine mit der menschlichen Zahnkaries vergleichbare Befallserscheinung erzielen ließ. Versuche an Antropoiden, welche dem Menschen entwicklungsgeschichtlich am nächsten stehen und bezüglich ihres Gebisses ähnliche Verhältnisse aufweisen, erfordern eine Dauer von Jahren und sind zu kostspielig.

Geeignet sind Ratten, Goldhamster und Mäuse.

Versuche von ROSEBURY, T. und FOLEY, G. (1932) (20) haben bewiesen, daß die an obigen Tieren, vor allem an Ratten wegen des kariesempfindlichen Stammes, nämlich dem Osborn-Mendel Stamm experimentell erzeugten kariösen Läsionen in ihrer histologischen Erscheinungsform grundsätzliche Übereinstimmung mit der menschlichen Karies zeigen.

Mc. CLURE, F.J. gelang es etwa zwanzig Jahre später durch besondere Diät in einem Rattenversuch Läsionen an den gleichen Prädispositionsstellen zu erzeugen, an denen auch bei Menschen Zahnkaries auftritt. Darum verwendet man heute bevorzugt Ratten als Versuchstiere (ROZEIK, F. 1961) (21).

Es soll nun kurz auf die Anatomie der Rattenzähne eingegangen werden:

Im Rattengebiß fehlen im Vergleich zum menschlichen Gebiß Eckzähne und Prämolaren. Die Ratte hat nur vier Zähne pro Kieferquadrant. Davon sind drei Molaren, und einer der Schneidezahn, welcher für diesen Versuch ungeeignet ist, da er nach Abrasion der Schmelzapposition wieder kontinuierlich zu wachsen beginnt. Morphologisch gibt es zwischen den Rattenmolaren und den menschlichen Molaren einige Unterschiede:

- 1.) In buccolingualer, beziehungsweise buccopalatinaler Richtung beträgt die Größe eines Rattenmolaren 1,8 mm, in mesiodistaler Richtung 2-3 mm, also 25% eines menschlichen Molaren.
- 2.) Die Kronen der Rattenmolaren weisen auch mehrere Höcker auf. Sie sind jedoch im Unterkiefer nach mesial und im Oberkiefer nach distal geneigt.
- 3.) Die Höcker werden durch tiefeinschneidende, sich nach occlusal spaltförmig öffnende Fissuren voneinander abgegrenzt. Dies hat große Bedeutung für die Kariesausbreitung.
- 4.) Die Anzahl der Fissuren der beiden letzten Molaren im Unterkiefer, die bei diesem Versuch ausschließlich benutzt wurden, beträgt fünf, wobei der letzte Molar drei, und der mittlere zwei aufweist.
- 5.) Der Verlauf der Fissuren ist im Gegensatz zum

Menschen die transversale Richtung von buccal nach lingual beziehungsweise palatinal.

- 6.) Die Zähne berühren sich in großen rechteckigen Kontaktflächen. Sie erscheinen dadurch aneinandergedrängt. Hierin liegt auch der Grund für eine wenig häufig auftretende Approximalkaries.
- 7.) Die Schmelzdicke beträgt ungefähr 1:10 - 1:20 derjenigen des Menschen, also etwa 0,03 - 0,15 mm.
- 8.) Die Höckerkuppen der Rattenmolaren sind im Gegensatz zu den übrigen Kronenanteilen schmelzfrei. Sie erscheinen abgeflacht und leicht nach innen eingesunken.

Die chemische Zusammensetzung der Zahnschichten der Rattenmolaren ist der der menschlichen Zähne sehr ähnlich. Darin liegt wohl auch ein weiterer Punkt der Eignung der Ratte als Versuchstier für die Kariesforschung.

Chemische Zusammensetzung des Schmelzes

(HAGEMANN, E. 1960)

	<u>Ratte</u>	<u>Mensch</u>
phosphorsaurer Kalk	90%	90%
organische Substanzen	2%	2-3%

	<u>Ratte</u>	<u>Mensch</u>
Wasser		4-5%
kohlensaurer Kalk, Mag-		
nesium und Spurenele-		
mente	6-8%	2-4%

Auch die Ausbreitung der Karies verläuft bei Mensch und Ratte sehr ähnlich (GRIEVES, C.J. 1922):

- 1.) Entkalkung der anorganischen Substanz entlang der Schmelzprismen.
- 2.) Bakterielle Invasion in Richtung Dentin.
- 3.) Unterminierende Ausbreitung des Prozesses entlang Schmelzdentigrenze.

Die Geschwindigkeit der Kariesausbreitung hängt bei Mensch und Ratte von der Konsistenz und der Zusammensetzung der Nahrung ab.

Saccharidreiche, fein pulverisierte Diäten beschleunigen das Fortschreiten des Zerstörungsprozesses erheblich.

Allgemeine Richtlinien für die Planung eines Tierversuchs

Eine subjektive Beeinflussung der Untersuchungsergebnisse ist von Anfang an auszuschließen (KÖNIG, K.G., MARTHALER, Th. und MÜHLEMANN, H.R. 1958) (12). Die Untersuchungen müssen daher als "doppelter Blindversuch" durchgeführt werden:

sowohl dem Untersuchenden, als auch dem Prüfer der mikroskopischen Präparate ist die Zusammensetzung der zu prüfenden Substanzen bis nach dem Versuchsende zu verschweigen.

Um die biologische Streuung innerhalb der Versuchsgruppen möglichst klein zu halten, muß darauf geachtet werden, daß für alle Tiere gleiche Versuchsbedingungen bestehen. Diese sind:

- 1.) Auswahl von Osborn-Mendel-Ratten, da bei diesen Inzuchtstämmen die Kariesanfälligkeit etwa gleich groß ist.
- 2.) Gleiche hygienische Wohnverhältnisse für alle Tiere, als da sind Drahtkäfige zur Vermeidung von Koprophagie, täglich frische Wasserflaschen und Futternapfe, gleichbleibende Raumtemperatur ($22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) und konstante relative Luftfeuchtigkeit von 45%-55% und gleichbleibende Lichtverhältnisse.

- 3.) Um histologisch alle Stadien der Karies zu erfassen, muß die Versuchszeit der Zahndurchbruchszeit der Ratten angepaßt sein.

Die Zahndurchbruchzeiten der Ratte

<u>Zahn</u>	<u>Durchbruchszeit</u>
1. unt. Molar	15.-19. Tag nach der Geburt
1. ob. Molar	15.-19. Tag nach der Geburt
2. unt. "	16.-22. "
2. ob. "	17.-22. "
3. unt. "	31.-45. "
3. ob. "	34.-45. "

Theoretisch konnten alle Zähne zur Untersuchung hergenommen werden, da die Versuchszeit auf dreißig Tage festgesetzt wurde, und der Versuch am 21. Tag nach der Geburt begann.

- 4.) Geringe und gleiche Tieranzahl in allen Käfigen.

Von Mc CLURE, F.J. und FOL, L.J. wurde in mehreren Tierversuchen bewiesen, daß Ratten in Käfigen mit höherem Tierbesatz auch höheren Kariesbefall aufweisen.

- 5.) Die Fütterung der Tiere muß jeden Tag zur gleichen Zeit erfolgen (morgens).

- 6.) Die verschiedenen Diäten müssen die gleiche Konsistenz (feine Pulverform) aufweisen.

- 7.) Die Tiere dürfen pro Tag nur eine in allen Käfigen gleich große Menge Nahrungsmittel erhalten.
- 8.) Bei Versuchsantritt müssen die Tiere gleichaltig sein, da sonst ältere Tiere durch posteruptive Schmelzreifung einen härteren Schmelz aufweisen als jüngere.

Bericht über Aufbau und Durchführung der Arbeit

Hundert Osborn-Mendel-Ratten beiderlei Geschlechts wurden im Alter von einundzwanzig Tagen nach Zufall auf vier Gruppen zu je fünfundzwanzig Tieren verteilt. Es wurde dabei auf Erschaffung gleicher Blöcke Wert gelegt. Die Jungtiere ein und desselben Wurfs wurden in allen Gruppen zufällig und gleichmäßig untergebracht. Damit wurde also jeder Wurf allen vier Fütterungsarten unterzogen.

Jede der vier Gruppen wurde durch eine Farbe gekennzeichnet; auch die Touchierungslösungen wurden gezeichnet. Die Tiere wurden mit einem Hauptkennzeichen für die Gruppenzugehörigkeit gekennzeichnet, um ein Vertauschen während des Versuchs zu verhindern. Außerdem erhielt jedes Tier ein Einzelmerkmal mit Pikrinsäure auf das Fell gepinnt.

Die Tiere wurden zu Beginn des Versuchs, am Ende und dazwischen alle zehn Tage gewogen. Die Gewichtszahlen und die Bezeichnung der Einzeltiere wurden sorgfältig notiert.

Es wurden vier Diätgruppen verwendet um einen Vergleich des Kariesbefalls bei verschiedenen Nahrungsmitteln zu ermöglichen.

- 1.) Altromin
- 2.) Stephanskost 500
- 3.) Mischung von Altromin und Aletemil im Gewichts-
verhältnis 1:1
- 4.) Aletemil

Das Füttern der Tiere geschah jeden Tag um dieselbe Zeit. Es wurden gleiche Gewichtsmengen der verschiedenen Diäten verwendet. Die Beschaffenheit der Nahrungsmittel war - durch Zerkleinern in einer Mühle - in allen vier Gruppen gleich. Die Tiere wurden vom 26.8. - 25.9., also insgesamt volle dreißig Tage gefüttert. Nach Ablauf dieser Frist wurden alle Tiere geopfert. Es wurden die Unterkiefer herauspräpariert und die Knochen von allen sie umgebenden Weichteilen getrennt. Da, wie schon erwähnt, die beiden Frontzähne durch ihr dauerndes Wachstum für den Versuch nicht in Frage kamen, wurden sie entfernt. Ebenso die aufsteigenden Äste der Kiefer. Um die Präparate auch von den letzten Weichteilschichten säubern zu können, wurden sie, nach sorgfältiger Markierung, zwei Tage lang in Formalinlösung (30%) gelegt.

Um die Kiefer einer mikroskopisch-histologischen Untersuchung unterziehen zu können, mußten zuerst Längsschnitte und zwar in mesio-distaler Richtung der Kiefer hergestellt werden. Dies geschah mittels eines dafür geeigneten Schneidegerätes nach HERRMANN.

Die Dicke der Schnitte betrug 0,50 mm. Es wurden daher, je nach Möglichkeit des Ansatzes, pro Kiefer vier bis sechs Schnitte erzeugt.

Nach sorgfältigem Trocknen der Präparate erfolgte die Färbung. Jeder einzelne Kiefer wurde für fünf Sekunden

in Schiff'sches Reagens gehalten, bestehend aus: 0,5 g Pararos-Anilin (acridinfrei) in 15 ml 1-normaler HCl, 0,5 g Kaliummetabisulfit $K_2S_2O_5$ in 85 ml Aqua dest.. Nach vierundzwanzig Stunden wurde diese Lösung mit 0,3 g pulverisierter Aktivkohle filtriert. Anschließend wurden die Präparate gewässert. Dabei spielte eine Rolle, daß die kariösen Schichten des Schmelzes weicher sind und das Schiff'sche Reagens eine intensive Färbung zuläßt. Außerdem wurden die kariösen Zerstörungen des Zahnschmelzes sichtbar.

Um eine mikroskopische Untersuchung zu ermöglichen, wurden nun die geschnittenen Lamellen auf einen Objektträger in einer Richtung ausgebreitet und zwar so, daß der buccale Teil auf dem markierten Glas oben und der linguale Teil unten lag. Die Schnitte wurden dann so fixiert. Nach KÖNIG ist derjenige Zahn am meisten kariös zerstört, der die stärkste einzelne Zerstörung aufweist. Zu diesem Zweck mußte eine Klassifizierung der Kariesstadien eingeführt werden. Abweichend von KÖNIG, der die Klassen O, A, B, C, D, benutzt, und zwar wird von O-D zunehmende Zerstörung angezeigt, wurden in dieser Arbeit die Klassen O, 1, 2, 3, 4, eingeführt. Es entsprechen sich also: O=O; A=1; B=2; C=3; D=4;.

Es wurde nun jeder Schnitt jeden Kiefers mikroskopisch untersucht. Da Karies sich hauptsächlich in den Fissuren und Grübchen bildet, wurde besonderer Wert auf diese

Stellen gelegt.

Auf beiden Seiten wurden nur die beiden ersten Molaren berücksichtigt, die insgesamt fünf Fissuren aufweisen (a, b, c = 1. Molar, e, f = 2. Molar). Um eine Objektivität zu ermöglichen, mußten insgesamt vier Untersuchungen von zwei Personen vorgenommen werden. Die Kariesstadien wurden dann durch das arithmetische Mittel gefunden, wobei auf- beziehungsweise abgerundet wurde. Die ermittelten Werte wurden sorgfältig notiert und in einer Tabelle zusammengefaßt.

Zusammensetzung und Eigenschaften der Versuchsnahrungs-
mittel

Es wurden insgesamt vier Diätgruppen benötigt um einen Vergleich herstellen zu können:

- I Altromin
- II Stephanskost 500
- III Mischung zwischen Altromin und Aletemil im Gewichts-
 verhältnis 1:1
- IV Aletemil

Die Mittelwertanalyse ergibt bei Altromin:

Rohprotein	19,2%
Rohfaser	5,3%
Rohfett	4,0%
Asche	6,5%
Wasser	10,8%
N-freie Extrakt-	
stoffe	54,2%
	100,0%

Dabei wurden folgende Ingredienzen benutzt:

Gerste	45%
Hafer	18%
Mais	10%
Fischmehl	6%

Fleischfuttermehl	6%
Bierhefe	5%
Luzernegrünmehl	4%
Weizenkeime	3%
Mineral- und Wirk-	
stoffe	3%
	100%

Für Stephanskost 500 ergeben sich folgende Werte:

Puderzucker	66%
Trocken-Magermilch-	
pulver	32%
Rindertrockenle-	
berpulver	2%
	100%

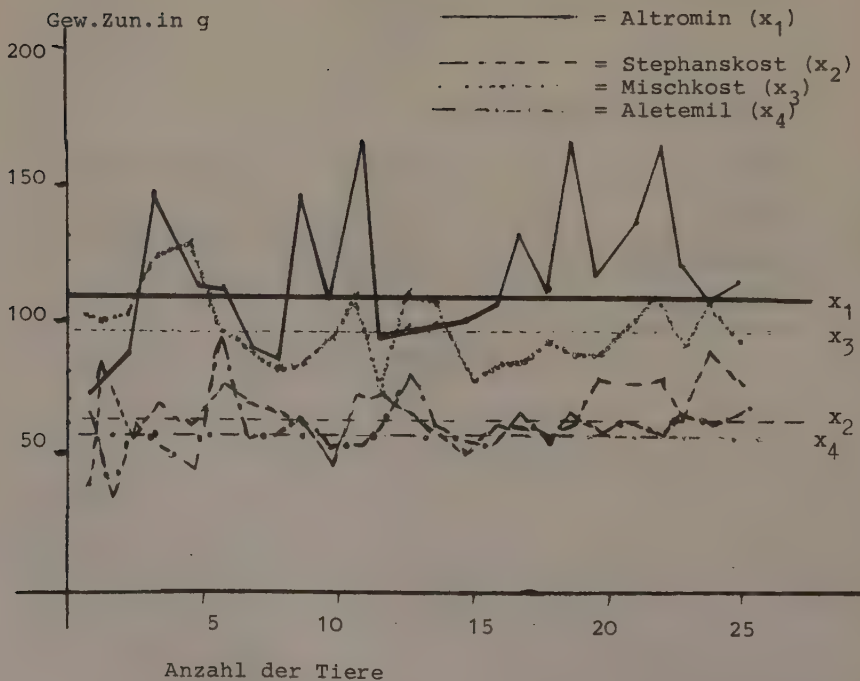
Für Aletemil ergeben sich:

Eiweiß	13,3%
Fett	22,0%
Kohlenhydrate	58,6%
Mineralstoffe	6,1%
	100%

Außerdem sind 100 g Aletemil angereichert mit:

Vitamin A	1000 i.E.
Vitamin B ₁	0,25 mg
Vitamin B ₆	0,20 mg
Vitamin C	30,00 mg
Vitamin E	6,00 mg
Niacin	2,50 mg
Pantothenat	2,50 mg
Folsäure	0,05 mg

Tabelle 1



Gewichtstabelle in Gramm

Gruppe: Altromin

<u>Käfig:</u>	<u>Tiere:</u>	<u>gewogen am:</u>				<u>Diff.:</u> <u>-----</u>
		26.8.	5.9.	15.9.	25.9.	
1	1	27	50	76	99	72
	2	30	55	81	109	79
	3	28	57	87	113	85
	4	29	78	121	175	146
	5	19	59	96	130	111
2	1	22	59	99	131	109
	2	31	60	90	117	86
	3	27	55	83	107	80
	4	33	77	125	174	141
	5	27	63	97	130	103
3	1	25	78	134	186	161
	2	20	50	81	107	87
	3	28	56	85	118	90
	4	27	59	90	119	92
	5	25	57	89	119	94

Gewichtstabelle in Gramm

Gruppe: Altromin

<u>Käfig:</u>	<u>Tiere:</u>	<u>gewogen am:</u>				<u>Diff.:</u>
		26.8.	5.9.	15.9.	25.9.	
4	1	27	61	92	126	99
	2	33	78	118	162	129
	3	29	65	97	129	100
	4	31	87	147	190	159
	5	25	60	98	132	107
5	1	29	76	121	164	135
	2	29	82	134	183	154
	3	23	57	91	127	104
	4	26	59	94	121	95
	5	27	61	97	128	101
Zunahme:		677	922	2523	3396	2719
Mittelwert d. Zunahme:		27,08	36,88	100,92	135,84	108,76
Standardabweichung:		3,52	7,74	7,36	7,45	26,44

Gewichtstabelle in Gramm

Gruppe: Stephanskost

<u>Käfig:</u>	<u>Tiere:</u>	<u>gewogen am:</u>				<u>Diff.:</u>
		26.8.	5.9.	15.9.	25.9.	-----
1	1	27	40	52	66	39
	2	29	56	80	110	81
	3	23	41	56	77	54
	4	25	46	67	90	65
	5	28	46	66	84	58
2	1	30	51	74	100	70
	2	31	52	77	97	66
	3	23	44	65	86	63
	4	25	45	66	94	59
	5	26	39	53	68	42
3	1	27	47	62	96	69
	2	26	50	73	94	68
	3	19	38	57	78	59
	4	25	42	61	78	53
	5	26	41	57	73	47

Gewichtstabelle in Gramm

Gruppe: Stephanskost

<u>Käfig:</u>	<u>Tiere:</u>	<u>gewogen am:</u>				<u>Diff.:</u>
		26.8.	5.9.	15.9.	25.9.	-----
4	1	29	49	68	87	58
	2	21	41	62	78	57
	3	24	40	57	76	52
	4	25	45	64	82	57
	5	35	59	84	104	69
5	1	21	44	65	89	68
	2	24	48	71	93	69
	3	23	40	59	79	56
	4	22	49	77	101	79
	5	27	47	68	94	67
Zunahme:		641	1140	1641	2174	1525
Mittelwert d. Zunahme:		25,64	45,60	65,64	86,96	61
Standardabweichung:		3,52	4,14	4,16	4,45	16,19

Gewichtstabelle in Gramm

Gruppe: Mischkost

(Altromin + Aletemil)

(Gew.-Verh.: 1:1)

<u>Käfig:</u>	<u>Tiere:</u>	<u>gewogen am:</u>				<u>Diff.:</u>
		26.8.	5.9.	15.9.	25.9.	
1	1	28	71	108	134	106
	2	29	59	84	128	99
	3	23	55	89	123	100
	4	25	64	103	147	122
	5	26	69	110	153	127
2	1	24	54	83	116	92
	2	27	57	80	115	88
	3	17	41	68	98	81
	4	23	50	79	105	82
	5	30	62	92	122	92
3	1	31	69	105	141	110
	2	21	48	69	90	69
	3	29	65	109	140	111
	4	34	66	107	140	106
	5	24	48	74	97	73

Gewichtstabelle in Gramm

Gruppe: Mischkost

(Altromin + Aletemil)

(Gew.-Verh.: 1:1)

<u>Käfig:</u>	<u>Tiere:</u>	<u>gewogen am:</u>				<u>Diff.:</u>
		26.8.	5.9.	15.9.	25.9.	-----
4	1	19	44	69	98	79
	2	23	51	79	104	81
	3	25	56	83	111	86
	4	25	51	78	106	81
	5	27	54	81	108	81
5	1	29	62	98	130	101
	2	34	70	107	146	112
	3	27	56	85	110	83
	4	30	63	101	139	109
	5	21	50	78	105	84
Zunahme: 651		1435	2219	3006	2355	
Mittelwert d. Zunahme: 26,04		57,40	88,76	120,24	94,20	
Standardabweichung: 4,27		6,37	6,52	6,55	15,55	

Gewichtstabelle in Gramm

Gruppe: Aletemil

<u>Käfig:</u>	<u>Tiere:</u>	<u>gewogen am:</u>				<u>Diff.:</u> <u>-----</u>
		26.8.	5.9.	15.9.	25.9.	
1	1	19	40	62	84	65
	2	30	40	52	64	34
	3	27	46	63	86	59
	4	32	46	64	84	52
	5	25	41	56	68	43
2	1	35	66	97	124	89
	2	30	49	67	85	55
	3	31	50	67	87	56
	4	25	46	65	84	59
	5	29	44	63	82	53
3	1	28	41	62	80	52
	2	33	60	89	110	77
	3	23	40	58	80	57
	4	21	41	60	76	55
	5	30	45	64	80	50

Gewichtstabelle in Gramm

Gruppe: Aletemil

<u>Käfig:</u>	<u>Tiere:</u>	<u>gewogen am:</u>				<u>Diff.:</u>
		26.8.	5.9.	15.9.	25.9.	-----
4	1	28	44	65	78	50
	2	33	53	75	95	62
	3	25	41	59	74	49
	4	29	51	73	92	63
	5	24	43	61	78	54
5	1	31	51	72	89	58
	2	25	42	61	77	52
	3	28	46	67	88	60
	4	30	46	67	84	54
	5	27	48	65	85	58
Zunahme: 698			1160	1654	2114	1416
Mittelwert d. Zunahme: 27,92			46,40	66,16	84,56	56,64
Standardabweichung: 3,87			3,86	4,10	3,82	16,35

Bei täglich gleicher Futtermenge ergab sich, bedingt durch den unterschiedlichen Kaloriengehalt, aber besonders durch die spezifisch auf die Ratte abgestimmte Zusammensetzung von Altromin, eine verschiedene Gewichtszuwachsrates in den verschiedenen Diätgruppen. Es ist aus Tabelle 1 zu ersehen, daß diejenigen Versuchstiere, die mit Altromin oder Altromin + Aletemil, also mit Futter, das auf die Ratte zugeschnitten ist, gefüttert wurden, die meiste Gewichtszunahme zu verzeichnen haben, während die Ratten, die mit Aletemil oder Stephanskost 500 gefüttert wurden deutlich weniger an Gewicht gewonnen haben.

Bei der chemischen Zusammensetzung der Nahrungsgruppen fällt besonders der deutliche Anteil an niedermolekularem Zucker in der Stephanskost 500 ins Auge. Ein Zuckergehalt von 66% muß auf den Kariesbefall von Rattenzähnen eine deutliche Auswirkung haben.

Der Zuckergehalt in den anderen Diäten ist wahrnehmbar zugunsten von Proteinen bei Altromin und von Fett bei Aletemil vermindert.

T a b e l l e 2

Die mikroskopische Auswertung der Schliffpräparate der
Tiergruppe I (Altromin) insgesamt

Käfig:	Tier:	LINKE SEITE:		RECHTE SEITE	
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂
1	1	b b	b c b	b c b	c b
	2	b c	b b b	b b b	b b
	3	b b	b b b	b b b	b b
	4	b b	b b c	b b b	c b
	5	b b	b b b	b c b	b b
2	1	c c	b b c	b c b	b b
	2	b c	b c b	b c b	c b
	3	c b	b c b	b b b	c b
	4	b b	b b c	b c b	b b
	5	b c	b c b	b c b	c b
3	1	c c	b c b	b c b	b b
	2	b b	b c b	c b b	c b
	3	b b	b b c	b b b	b b
	4	b b	c b c	b c b	c b
	5	b c	b c b	b c b	c b

Fortsetzung T a b e l l e 2

Käfig:	Tier:	LINKE SEITE		RECHTE SEITE	
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂
4	1	b b	b b b	c b c	b c
	2	b c	b c b	c c b	b b
	3	b c	b c c	b c b	b c
	4	b c	b c b	b c b	c b
	5	b c	b c c	c b b	c b
5	1	b b	b c b	c c b	c b
	2	b c	b b c	b c b	c b
	3	b c	b c b	b c b	c b
	4	b b	b c b	b c b	c b
	5	b c	b b b	b c c	c c

T a b e l l e 3

Die tabellarische Darstellung des "Total-Durchlaufen"
der Tiergruppe I (Altromin) im Sinne der longitu-
dinalen Auswertung

Käfig:	Tier:	a	b	c	d	Summe
1	1	10	10	3	-	23
	2	10	10	1	-	21
	3	10	10	-	-	20
	4	10	10	2	-	22
	5	10	10	1	-	21
2	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	4	-	24
	3	10	10	3	-	23
	4	10	10	2	-	22
	5	10	10	4	-	24
3	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	3	-	23
	3	10	10	1	-	21
	4	10	10	4	-	24
	5	10	10	4	-	24

Fortsetzung T a b e l l e 3

Käfig:	Tier:	a	b	c	d	Summe
4	1	10	10	3	-	23
	2	10	10	4	-	24
	3	10	10	5	-	25
	4	10	10	4	-	24
	5	10	10	5	-	25
5	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	4	-	24
	3	10	10	4	-	24
	4	10	10	3	-	23
	5	10	10	5	-	25
Gesamtsumme		:				581
Mittelwert		:				23,24
M-W-Stand.abw.		:				4,75

T a b e l l e 4

Die mikroskopische Auswertung der Schliffpräparate der Tiergruppe II (Stephanskost 500) insgesamt

Käfig:	Tier:	LINKE SEITE		RECHTE SEITE	
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂
1	1	b d	b d d	c d d	d b
	2	c d	c d c	d d b	c c
	3	c d	c d c	d d c	d b
	4	b d	c d d	d d b	d c
	5	c d	b c c	c d b	c d
2	1	c d	b d d	d d b	d b
	2	b d	c c b	b c c	d b
	3	b d	c d d	d d c	d b
	4	b d	d d b	d d b	d b
	5	c d	b d d	d d b	d b
3	1	b c	c d d	b d d	d b
	2	c d	b d d	c d c	d c
	3	b d	b d c	c c b	d c
	4	c d	b d d	d d c	d b
	5	b d	c d d	d d b	d a

Fortsetzung T a b e l l e 4

Käfig:	Tier:	LINKE SEITE		RECHTE SEITE	
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂
4	1	b d	c d d	c d c	d b
	2	c d	d d d	d d d	d c
	3	c d	b d d	d d b	d b
	4	b d	b d d	d d c	d c
	5	b d	c d d	d d d	d c
5	1	c d	b d c	d d b	d c
	2	d d	b d d	d d b	d c
	3	b d	b d b	d d b	d d
	4	c d	b d d	d d b	d b
	5	d d	c d c	d d b	d c

T a b e l l e 5

Die tabellarische Darstellung des "Total-Durchlaufen"
der Tiergruppe II (Stephanskost 500) im Sinne der
longitudinalen Auswertung

Käfig:	Tier:	a	b	c	d	Summe
1	1	10	10	7	6	33
	2	10	10	9	4	33
	3	10	10	9	5	34
	4	10	10	8	6	34
	5	10	10	8	3	31
2	1	10	10	7	6	33
	2	10	10	6	2	28
	3	10	10	8	6	34
	4	10	10	6	6	32
	5	10	10	7	6	33
3	1	10	10	7	5	32
	2	10	10	9	5	34
	3	10	10	7	4	31
	4	10	10	8	6	34
	5	10	9	7	6	32

Fortsetzung T a b e l l e 5

Käfig:	Tier:	a	b	c	d	Summe
4	1	10	10	8	5	33
	2	10	10	10	8	38
	3	10	10	7	6	33
	4	10	10	8	6	34
	5	10	10	9	7	36
5	1	10	10	8	5	33
	2	10	10	8	7	35
	3	10	10	7	7	34
	4	10	10	7	6	33
	5	10	10	9	6	35
Gesamtsumme :						832
Mittelwert :						33,82
M-W-Stand.abw. :						6,80

T a b e l l e 6

Die mikroskopische Auswertung der Schliffpräparate der
Tiergruppe III (Mischkost=Altromin + Aletemil, Gew.-
Verh.: 1:1) insgesamt

Käfig:	Tier:	LINKE SEITE		RECHTE SEITE	
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂
1	1	b c	b c b	b c b	c b
	2	b c	b c b	c c b	c b
	3	b b	b b b	b b b	b b
	4	b c	b b b	b b b	b b
	5	b c	b c b	b c b	c b
2	1	b c	b b b	b c b	c b
	2	b c	b b c	b b b	c b
	3	b c	b b b	b b b	c b
	4	b b	b c b	b b b	c b
	5	b c	b b b	b b b	b b
3	1	b c	b b c	b c b	b c
	2	c b	b b b	c c b	b b
	3	b c	b c c	b b b	c b
	4	b c	b c c	c c b	c b
	5	b c	b c b	c c b	b b

Fortsetzung T a b e l l e 6

Käfig:	Tier:	LINKE SEITE		RECHTE SEITE	
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂
4	1	b c	b c b	b c b	c b
	2	b b	b c b	b b b	c b
	3	b c	b c c	c b b	b b
	4	b c	b c c	b c b	c b
	5	b c	b c b	c b b	c b
5	1	c c	b b b	b c b	c b
	2	b c	b c c	b c b	c b
	3	b c	b c c	c b b	b b
	4	b c	b c b	b c b	c b
	5	c c	b c c	b c b	c b

T a b e l l e 7

Die tabellarische Darstellung des "Total-Durchlaufen" der Tiergruppe III (Mischkost) im Sinne der longitudinalen Auswertung

Käfig:	Tier:	a	b	c	d	Summe
1	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	5	-	25
	3	10	10	-	-	20
	4	10	10	1	-	21
	5	10	10	4	-	24
2	1	10	10	3	-	23
	2	10	10	3	-	23
	3	10	10	2	-	22
	4	10	10	2	-	22
	5	10	10	1	-	21
3	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	3	-	23
	3	10	10	4	-	24
	4	10	10	6	-	26
	5	10	10	4	-	24

Fortsetzung T a b e l l e 7

Käfig:	Tier:	a	b	c	d	Summe
4	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	2	-	22
	3	10	10	4	-	24
	4	10	10	5	-	25
	5	10	10	4	-	24
5	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	5	-	25
	3	10	10	4	-	24
	4	10	10	4	-	24
	5	10	10	6	-	26
Gesamtsumme :						588
Mittelwert :						23,52
M-W-Stand.abw. :						4,81

T a b e l l e 8

Die mikroskopische Auswertung der Schliffpräparate der Tiergruppe IV (Aletemil) insgesamt

Käfig:	Tier:	LINKE SEITE		RECHTE SEITE	
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂
1	1	b c	b c c	b b b	b c
	2	b c	b d c	b b b	b b
	3	b c	b b b	b b b	b b
	4	b c	b b c	b c b	b b
	5	b c	b c c	c b b	c b
2	1	b c	b c b	b c b	c b
	2	b b	b c c	b c b	b b
	3	b c	b c c	b d b	c b
	4	b c	b b b	b c b	b b
	5	b c	b c c	b b b	c b
3	1	b c	b c b	b c b	b b
	2	b c	b b b	b c b	b b
	3	b b	c c b	b b b	c b
	4	b c	b c c	c c b	c b
	5	b b	b d c	b b b	b b

Fortsetzung T a b e l l e 8

Käfig:	Tier:	LINKE SEITE		RECHTE SEITE	
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂
4	1	b c	b c b	b b b	c b
	2	b b	b c b	b c b	b b
	3	b c	b b c	b c b	b b
	4	b c	b c c	c b b	c b
	5	b c	b c c	b c b	c b
5	1	b c	b b c	b c b	c b
	2	b b	b b b	b b b	c b
	3	b c	b c c	b c b	c b
	4	b c	b c b	b c b	c b
	5	b c	b b c	b c b	c b

T a b e l l e 9

Die tabellarische Darstellung des "Total-Durchlaufen" der Tiergruppe IV (Aletemil) im Sinne der longitudinalen Auswertung

Käfig:	Tier:	a	b	c	d	Summe
1	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	3	1	24
	3	10	10	1	-	21
	4	10	10	3	-	23
	5	10	10	5	-	25
2	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	3	-	23
	3	10	10	5	1	26
	4	10	10	2	-	22
	5	10	10	4	-	24
3	1	10	10	3	-	23
	2	10	10	2	-	22
	3	10	10	3	-	23
	4	10	10	6	-	26
	5	10	10	2	1	23

Fortsetzung T a b e l l e 9

Kafig:	Tier:	a	b	c	d	Summe
4	1	10	10	3	-	23
	2	10	10	2	-	22
	3	10	10	3	-	23
	4	10	10	5	-	25
	5	10	10	5	-	25
5	1	10	10	4	-	24
	2	10	10	1	-	21
	3	10	10	5	-	25
	4	10	10	4	-	24
	5	10	10	4	-	24
Gesamtsumme				.		589
Mittelwert				:		23,56
M-W-Stand.abw.				:		4,81

Statistische Übersicht und Auswertung

Wie schon erwähnt wurde der Kariesbefall in fünf Stadien unterteilt: 0, 1, 2, 3, 4. Untersucht wurden bei jedem Versuchstier fünf Fissuren der beiden ersten Molaren des Unterkiefers auf beiden Seiten; dies ergab für jede Ratte eine Totalanzahl von zehn Fissuren.

Jedes Stadium, das eine Fissur aufwies, beinhaltete das im Schweregrad des Kariesbefalls von ihr liegende Stadium; also das Stadium A beinhaltete auch noch das Stadium 0, und C die Stadien 0, A, B, usw..

Um den Gesamtwert des Befalls eines Versuchstieres ausdrücken zu können, werden die verschiedenen Stadien des Befalls, die in den einzelnen Fissuren vorhanden sind, addiert, und zwar derart, daß die total durchlaufenen Stadien - bei Befallsstadium A also $0 + A$, bei Befallsstadium C also $0 + A + B + C$ - addiert werden. So ergibt sich für jedes Tier eine für den Kariesbefall charakteristische Summe.

Da im gesamten Versuch bei keiner Fissur eines Tieres das Stadium 0 erreicht wurde, wurde aus Gründen der Vereinfachung dieses Stadium bei der Auswertung vernachlässigt.

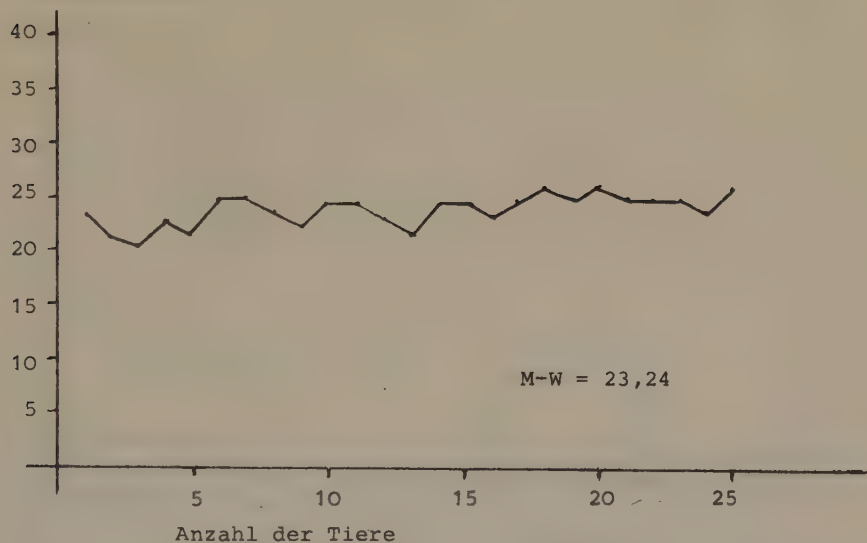
In Gruppe I, der Gruppe der mit Altromin gefütterten Tieren, zeigte sich folgendes Bild:

T a b e l l e 10

Gruppe I Altromin

Summe d. tot.

durchl. Stad.

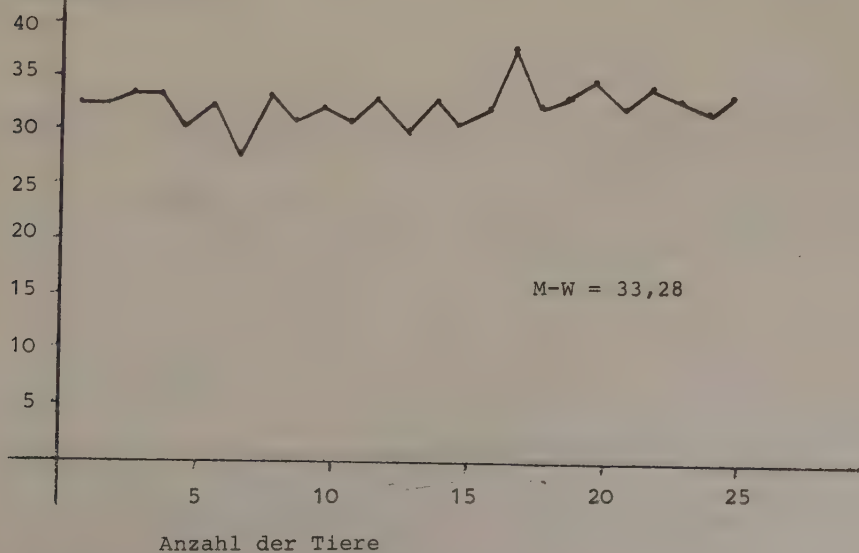


Summe d. tot.

T a b e l l e 11

Gruppe II Stephanskost

durchl. Stad.

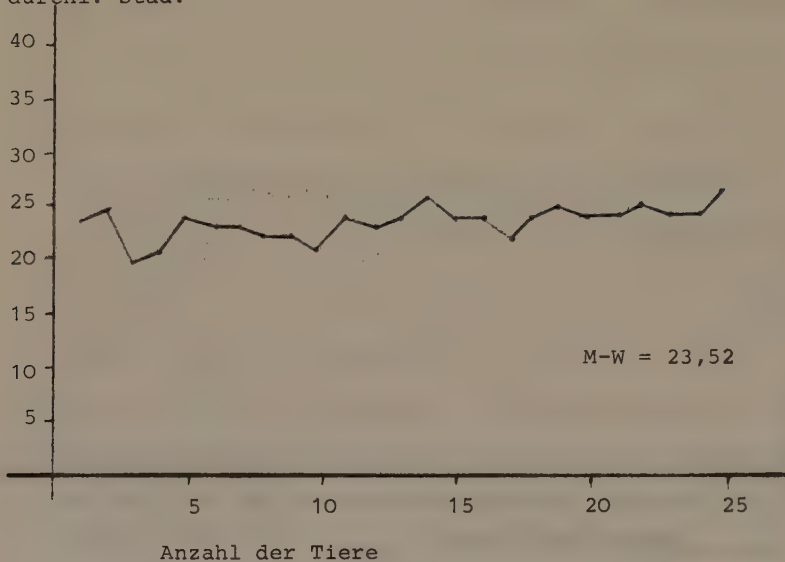


T a b e l l e 12

Gruppe III Mischkost

Summe d. tot.

durchl. Stad.

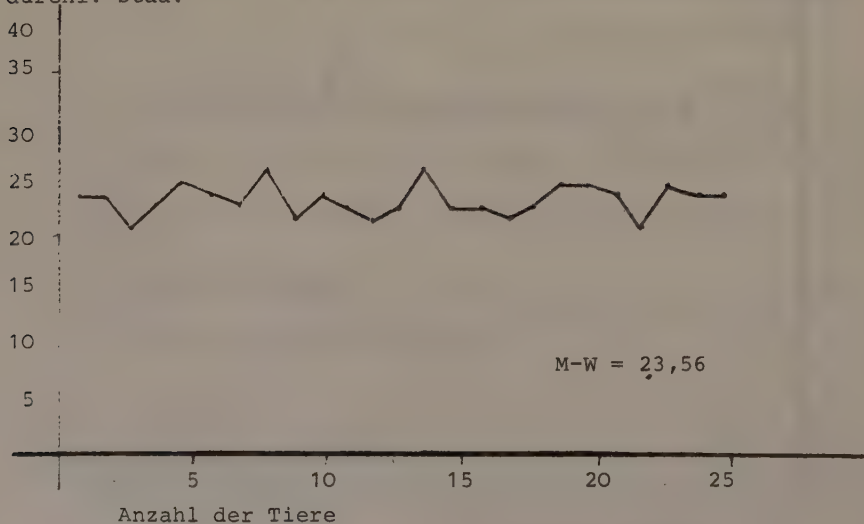


Summe d. tot.

T a b e l l e 13

Gruppe IV Aletemil

durchl. Stad.



Diese Tabellen veranschaulichen also den Gesamtgrad des Befalls jeden Tieres in den verschiedenen Gruppen.

Bei genauerer Betrachtung des einzelnen Tieres, also beim Vergleich der einzelnen Molaren und ihrer Fissuren ergibt sich folgende Tabelle.

In ihr werden die Molaren der Versuchstiere in den einzelnen Gruppen aufgrund ihres Befallstadiums verglichen.

T a b e l l e 14

Gruppe →		I				II			
Fissur	Stad. →	1	2	3	4	1	2	3	4
Zahn	1	-	21	3	-	-	11	11	2
M ₂ li.	2	-	11	13	-	-	-	1	23
	Su	-	32	16	-	-	11	12	25
M ₁ li.	1	-	23	1	-	-	12	10	2
	2	-	11	13	-	-	-	2	22
	3	-	16	8	-	-	2	6	16
	Su	-	50	22	-	-	14	18	40
M ₁ re.	1	-	19	5	-	-	2	4	18
	2	-	8	16	-	-	-	2	22
	3	-	22	2	-	-	14	7	3
	Su	-	49	23	-	-	16	13	43
M ₂ re.	1	-	10	14	-	-	-	2	22
	2	-	21	3	-	1	11	10	22
	Su	-	31	17	-	1	11	12	24
Gesamtsum.		-	162	78	-	1	52	55	132

Fortsetzung T a b e l l e 14

Gruppe		III				IV			
Fissur	Stad.	1	2	3	4	1	2	3	4
Zahn	1	-	21	3	-	-	24	-	-
M ₂ li.	2	-	4	20	-	-	5	19	-
	Su.	-	25	23	-	-	29	19	-
M ₁ li.	1	-	24	-	-	-	23	1	-
	2	-	9	15	-	-	8	14	2
	3	-	15	9	-	-	10	14	-
	Su.	-	48	24	-	-	41	29	2
M ₁ re.	1	-	17	7	-	-	21	3	-
	2	-	11	13	-	-	9	14	1
	3	-	24	-	-	-	24	-	-
	Su.	-	52	20	-	-	54	17	1
M ₂ re.	1	-	8	16	-	-	10	14	-
	2	-	23	1	-	-	24	-	-
	Su.	-	31	17	-	-	34	14	-
Gesamtsum.		-	156	84	-	-	158	79	3

Die Gruppe I (Altromin) zeigt einen relativ gleichmäßigen Befall an. So schwanken die Werte in Tabelle 10 zwischen zwanzig und fünfundzwanzig, was bei der vorliegenden Zahl von Versuchstieren als durchaus normal anzusehen ist. Der arithmetische Mittelwert liegt bei 23,24. In Tabelle 14 ist zu erkennen, daß für dieselbe Gruppe 162 Stadien 2 und 78 Stadien 3 gefunden wurden. Die Befallsstadien 1 und 4 sind nicht besetzt, kein Tier zeigt also in keiner Fissur Stadium 1 oder 4 auf. In Gruppe II (Stephanskost) ist der Befall erheblich breiter gestreut. Er schwankt zwischen 28 und 38. Das arithmetische Mittel errechnet sich bei 33,32. Es sind 1 Stadium 1, 52 Stadien 2, 55 Stadien 3 und 132 Stadien 4 vorhanden. Hier ist der Befall also durch alle 4 Stadien gestreut.

In Gruppe III (Mischkost) ist der Befall nur geringfügig verteilter als in Gruppe I. In Tabelle 11 schwanken die Werte zwischen 20 und 26. Das arithmetische Mittel beträgt hier 23,64. Aus Tabelle 14 ergeben sich für Gruppe III 156 Stadien 2 und 84 Stadien 3. Wie bei Gruppe I sind hier die Stadien 1 und 4 ebenfalls nicht besetzt.

Gruppe IV (Aletemil) hat einen etwas breiter gestreuten Befall. Die Summe der durchlaufenden Stadien liegt zwischen 21 und 26. Der arithmetische Mittelwert liegt bei 23,56. Tabelle 14 zeigt 158 durchlaufende Stadien 2,

79 durchlaufende Stadien 3 und 3 durchlaufende Stadien
 4. Nur Stadium 1 ist in dieser Gruppe nicht vorhanden.
 In der folgenden Tabelle wurden beobachteter Wert, Erwartungswert und $\text{Teil}\chi^2$ zusammengestellt. Es wurden nur die Stadien 2 und 3 berücksichtigt, da Stadium 1 nicht und Stadium 4 nur dreimal besetzt sind.

T a b e l l e 15

Häufigkeitsvergleich der Kariesbefallsstadien 2 und 3 zwischen den vier Versuchsgruppen. (E = Erwartungswert; B = beobachteter Wert)

Gruppe \ Stadium		Stadium		Summe
		2	3	
I	E	153,8	86,2	240
	B	162	78	
	$\text{Teil}\chi^2$	0,438	0,782	
II	E	68,6	38,4	107
	B	52	55	
	$\text{Teil}\chi^2$	4,000	7,138	
III	E	153,8	86,2	240
	B	156	84	
	$\text{Teil}\chi^2$	0,031	0,056	
IV	E	151,9	85,1	237
	B	158	79	
	$\text{Teil}\chi^2$	0,247	0,442	
Summe		528	296	824

$$\text{Gesamt } \chi^2 = 13,14$$

$$\chi^2 = 11,34$$

tab 1%

Es ergab sich ein Gesamt χ^2 von 13,14, das heißt ein statistisch signifikanter Unterschied für die Gesamttafel. Er ist hauptsächlich auf die Gruppe II (Stephanskost) zurückzuführen, wie aus dem hohen Teil χ^2 zu ersehen ist. es treten mehr Kariesstadien 3 auf als bei einer Gleichverteilung zu erwarten gewesen wäre. Es war der beobachtete Wert niedriger als der erwartete.

Wir nehmen die Gruppe I als Bezugswert, mit Altromin als Futter. Altromin stellt die Normalkost der Versuchstiere dar und ist auf deren Kalorienbedarf und Stoffwechsel abgestimmt. Aus diesem Grund ist in dieser Gruppe auch die größte Gewichtszunahme zu verzeichnen. In den anderen drei Gruppen war sie geringer und ungefähr gleich groß gewesen.

Bei einer Versuchsdauer von dreißig Tagen hatten wir einen Befall von:

Stadium	Anzahl der befallenen Fissuren		
0	0	=	0 %
1	0	=	0 %
2	162	=	67,5 %
3	78	=	32,5 %
4	0	=	0 %
			100 %

Die Verteilung zeigt einen mäßigen Kariesbefall auf. Hier ist besonders das Stadium 2 mit 67,5 % stark vertreten. Stadium 3 weist 32,5 % auf, während alle anderen Stadien nicht vertreten sind.

Bei Gruppe II (mit Stephanskost 500) ist der Kariesbefall besonders hoch, da die Diät hauptsächlich aus Zuckern besteht. Es sind hier alle Stadien besetzt. Während des Versuchsablaufes konnte man den Tieren eine gewisse äußerliche Veränderung ansehen. Das Fell der Tiere wirkte schmierig und zerfetzt. Diese Erscheinung war bei den Tieren in den anderen Gruppen nicht zu beobachten.

Es zeigten:

Stadium	Anzahl der befallenen Fissuren	
0	0	= 0 %
1	1	= 0,41 %
2	52	= 21,66 %
3	55	= 22,93 %
4	132	= 55,0 %
		100 %

Der starke Befall im Stadium 4, es zeigten 55 % aller geprüften Fissuren dieses Stadium auf, ergibt sich wie

schon erwähnt aus dem hohen Zuckeranteil in der Nahrung. Auch Stadium 3 ist mit 22,93 % noch relativ hoch besetzt, so daß sich eine starke kariöse Zerstörung für über 75 % der geprüften Fissuren ergab. 21,66 % der Fissuren weisen Stadium 2 auf und 0,41 % Stadium 1. Wäre nun die eigentliche Testgruppe (Aletemil) kariogener gewesen als Altromin und weniger kariogen als die Stephanskost, so hätte die zu erwartende Besetzung der einzelnen Kariesstadien dementsprechend ausfallen müssen:

1.) breitere Streuung innerhalb der 4 Stadien

2.) hohe Besetzung der beiden letzten Stadien.

Dies gilt in weniger starkem Maße für die Gruppe III (Mischkost), da hier als hemmender Faktor noch der Zusatz von 50 % Altromin wirken sollte.

Bei Auswertung der Versuchskiefer erkannte man in Gruppe III:

Stadium	Anzahl der befallenen Fissuren		
0	0	=	0 %
1	0	=	0 %
2	156	=	65 %
3	84	=	35 %
4	0	=	0 %
			100 %

Es sind im Vergleich mit Gruppe I keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Hingegen verglichen mit Gruppe II, kann man deutlich einen weniger starken Kariesbefall erkennen.

Gruppe I weist ebenso wie Gruppe III keine Besetzung der Stadien 0, 1 und 4 auf, wogegen bei Gruppe II die Stadien 1 und 4 besetzt sind.

Gruppe IV zeigt:

Stadium	Anzahl der befallenen Fissuren			
0	0	=	0	%
1	0	=	0	%
2	158	=	65,83	%
3	79	=	32,92	%
4	3	=	1,25	%
				100 %

In Gruppe IV ist das Stadium 4 mit drei Fissuren besetzt, was sich prozentual auf 1,25 % errechnet und ebenfalls nicht als signifikanter Befall zu werten ist.

In Gruppe II und IV sind die Stadien 2 jeweils fast mit gleicher Anzahl besetzt, nämlich mit 65 % in Gruppe III und mit 65,83 % in Gruppe IV. Der Vergleich zu Gruppe I:

Befall: 67,5 %. Auch Stadium 3 ist in diesen drei Gruppen nahezu identisch: Gruppe I = 32,5 %, Gruppe III = 35 % und Gruppe IV = 32,92 %.

Diese Vergleichswerte lassen den Schluß zu, daß Aletemil als Nahrung, verglichen mit der Rattennahrung Altromin in diesem Versuch zu keinem wesentlich erhöhten Kariesbefall der Fissuren der Molaren von Osborn-Mendel-Albino-Ratten geführt hat.

Die Intensität und Menge der kariösen Zerstörung war in den Versuchsgruppen, ausgenommen die Versuchsgruppe mit der bekannt kariösen Stephanskost, nahezu identisch. Aletemil führte in diesem Versuch nicht zu einem stärkeren Kariesbefall an Molaren von Osborn-Mendel-Albino-Ratten als Altromin.

Zusammenfassung

Nach einem Überblick über die allgemeinen Grundlagen der Kariesentstehung wird der kariogene Einfluß der Nahrung auf die Zahnhartsubstanz erläutert.

In eigenen tierexperimentellen Untersuchungen werden vier verschiedene Diäten verfüttert und auf ihre unterschiedliche Kariogenizität geprüft. In einer Versuchsdauer von dreißig Tagen standen uns hundert Osborn-Mendel-Albinoratten zur Verfügung, die wir auf vier Gruppen zu jeweils fünfundzwanzig Tieren verteilten.

1.) Altromin

2.) Stephanskost 500

3.) Mischung von Altromin und Aletemil

4.) Aletemil

Als einzige Diät erzeugte die reine Zuckerdiät (Stephanskost 500) kariöse Läsionen bis zum Befallsschweregrad d. Beim Vergleich der Läsionsmaßzahlen der anderen drei Diäten, die alle nur mittelschwere Dentinläsionen zeigten, konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Ergebnisse geben Aufschluß darüber, daß Aletemil in dem hier beschriebenen Versuch keine schwereren kariösen Läsionen hervorruft als Altromin und ein Gemisch zwischen Altromin und Aletemil.

Umweltfaktoren und die Verhaltensweise der Tiere blieben dabei unberücksichtigt.

Literaturhinweise

- 1) BLACK, G.V.: Konservierende Zahnheilkunde Band I
Verl. Hermann Meusser, Berlin (1914)
- 2) BLACK, G.V.: Konservierende Zahnheilkunde Band II
Verl. Hermann Meusser, Berlin (1914)
- 3) BRAMSTEDT, F.: Neuere Erkenntnisse über die Beziehungen
zwischen Karies und Ernährung
Zahnärztl. Prax. 11 (1965)
- 4) CAVALLI SFORZA, L.: Biometrie. Grundzüge biologisch medi-
zinischer Statistik
Verl. Gustav Fischer, Stuttgart (1969)
- 5) GUSTAFSON, G., STELLING, E., ABRAMSON, E. und BRUNIUS, E.:
Experimental Dental Caries in Golden Hamsters.
V. The Cariogenic Effect of Different Carbohy-
drates in Dry and Moist Diets
Odont. T. 63 (1955)
- 6) GUSTAFSON, G., STELLING, E., ABRAMSON, E. und BRUNIUS, E.:
Experimentelle Dentalkaries bei Goldhamstern.
VII. Einige präliminäre Experimente mit Übermit-
tierender Verfütterung kariogener Diät an
Hamstern
Stoma 10 (1957)
- 7) GUSTAFSON, G., STELLING, E. und BRUNIUS: Experimental
Dental Caries in Golden Hamsters
Odont. T. 60 (1952)

- 8) KÖNIG, K.G.: Effects of Partiele Sice on Corn and Sugar
Diets and of Mastications on Caries Incidence in
Osborn-Mendel-Rats
J. dent. Res. 41 (1962)
- 9) KÖNIG, K.G.: Kariesprophylaxe im jugendlichen Alter
Öst. Z. Stomat. T. 59 (1962)
- 10) KÖNIG, K.G.: Möglichkeiten der Kariesprophylaxe beim
Menschen und ihre Untersuchung im kurzfristigen
Rattenexperiment
Verl. Hans Huber, Bern und Stuttgart (1966)
- 11) KÖNIG, K. G. und T.M. MARTHALER: A Longitudinal Study of
Molar Eruption in Osborn-Mendel-Rats
Helv. odont. Acta 2 (1958)
- 12) KÖNIG, K. G., MARTHALER, T.M. und H.R. MÜHLEMANN: Methodik
der kurzfristig erzeugten Rattenkaries
Dtsch. Zahn-Mund-und Kieferheilk. 29 (1958)
- 13) MILLER, W.D.: Versuche und Beobachtungen über den Schwund
der harten Zahnschubstanz
Schweiz. Vjschr. für Zahnheilkunde Band XVII (1907)
- 14) MILLER, W.D.: Die Mikroorganismen der Mundhöhle
Verl. Georg Thieme, Leipzig (1889) zit.n.
KÖNIG, K.G. (19 66)
- 15) MÜHLEMANN, H.R. und K.G. KÖNIG: Zahnkaries im Tierex-
periment
Ciba Symposium 13 (1965)

- 16) NAUJOKS, R.: Biochemische Aspekte in der Kariesätiologie
Zahnärztl. Prax. 15 (1964)
- 17) NAJOKS, R., SCHADE, H. und F. ZELINKA: Chemical Composition of Different Areas of the Enamel of Deciduous and Permanent Teeth
Caries Res. 1 H. 2 (1967)
- 18) ORLAND, F.J.: Use of Germfree Animal Technic in the Study of Experimental Dental Caries
I. Basic Observations on Reared Free of all Microorganismus
J. dent. Res. H. 2 (1954)
- 19) RIETHE, P.: Hilfsmittel zur Hygiene des interdentalen Raumes
Dtsch. Zahnärztl. Z. 24, H. 2 (1969)
- 20) ROSEBURY, T., KARSHAN, M. und G. FOLEY: Studies, in the Rat, of Susceptibility to Dental Caries.
III. The Experimental Production of Typical Dental Fissurecaries and Other Lesions in Rats, and Preliminary Studies of their Etiology
J. dent. Res. 13 (1933 b) zit.n. KÖNIG, K.G.
(1966)
- 21) ROZEIK, F.: Die Bedeutung des Speichels bei der Kariesgenese (tierexperimentelle Studien)
Zahnärztl. Welt/Reform 63, H. 1 (1962)

- 22) SCHWARZ, A. und J.H. SHAW: Speicheldrüsenentfernung und
Kariesbefall bei Ratten
J. dent. Res. 34, H. 2 (1955)
- 23) STRALFORS, K.: Studien über die Mikrobiologie der Karies
Norsk Tandlaegefor. Tid. (norweg.) 40 H. 2/3 (1947)
- 24) WILLIAMS, J.L.: A Contribution to the Study of Pathology of the Enamel
Dent. Cosmos. 39 (1897) zit.n. KÖNIG, K.G. (1966)

Herrn Professor Dr. Dr. W. Ketterl
möchte ich an dieser Stelle für die
Überlassung des Themas sowie für die
allzeit gewährte Unterstützung herzlich danken.

LEBENS LAUF

Am 26. August 1945 wurde ich, Axel Schunk, als Sohn des Kaufmanns Willi August Schunk und seiner Ehefrau Elfriede, geb. Drechsler, in Pirmasens geboren. Von 1952 bis 1956 besuchte ich hier die Volksschule und anschließend das staatliche Leibniz-Gymnasium. Dort legte ich im März 1966 mit gutem Erfolg die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1966 begann ich als ordentlicher Studierender der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz das Studium.

Im April 1967 bestand ich hier die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im März 1969 die zahnärztliche Vorprüfung. Nach dem Sommersemester 1972 schloß ich mein Studium mit dem bestandenen Staatsexamen ab.

Am 15. August 1972 wurde mir vom Minister für Soziales, Gesundheit und Sport des Landes Rheinland-Pfalz die Bestallung als Zahnarzt erteilt.

